

## Teatro Auditorio de Guadalajara

Rojo/Fernández-Shaw Arquitectos con Ángel Verdasco

*Higini Arau, acústica*

El Teatro Auditorio de Guadalajara es en sí mismo una representación teatral, en él se juega con lo que parece ser pero no es. Los trazos dibujados sobre el pesado muro de hormigón lo transforman en un telón que, una vez traspasado, nos introduce en un sorprendente vestíbulo, un vestíbulo que transmite la sensación de estar en un espacio exterior, en el que se confunden lugares de estancia y recorridos y se diluye la jerarquía entre espacios servidores y servidos.



El juego de dimensiones provoca que el vestíbulo se perciba no sólo como espacio de circulación, sino también como una prolongación natural de la calle.

El acceso principal pierde protagonismo en favor de una fachada interior transparente, tamizada por las piezas de pizarra, y ya intuía conforme nos aproximamos al edificio.

### Entre bastidores

“Pídanle algo a la naturaleza... ¡verán como no se lo da!”. Con esta incansable dureza se expresaba Josep Plá ante una naturaleza que sentía demasiado cerca. Quizás quería decir que hay en ella algo determinado, ya escrito de algún modo, y que nos mira con un poco de desprecio, como habitantes temporales que somos. O que nuestras voluntades, nuestras intenciones, resbalan ante una realidad que se muestra tenazmente impermeable a nuestros designios, y se muestra en todo su esplendor, tercamente indiferente a nuestras acciones.

Y viene esto al caso, porque de algún modo, embargados por el remolino de voluntades que habita la arqui-

tectura, uno no deja de asombrarse ante la fuerza que finalmente adquieren las cosas –las cosas que construimos, queremos decir– y cómo nuestros deseos y voluntades, nuestras explicaciones, palidecen ante una realidad vital y compleja. Lo que más nos gusta de los proyectos es aquello que no fue pensado, aquello que se encontró por el camino, aquello que la propia materia o la luz te regaló. Construir es como disponer un tablero donde lo irreplicable o lo inesperado pueda llegar a ocurrir y entonces –son pocos esos momentos– disfrutarlo.

Porque la arquitectura –como siempre– sigue oscilando entre su condición de objeto, y su vocación de sujeto. Y así proyectamos en ella un conjunto

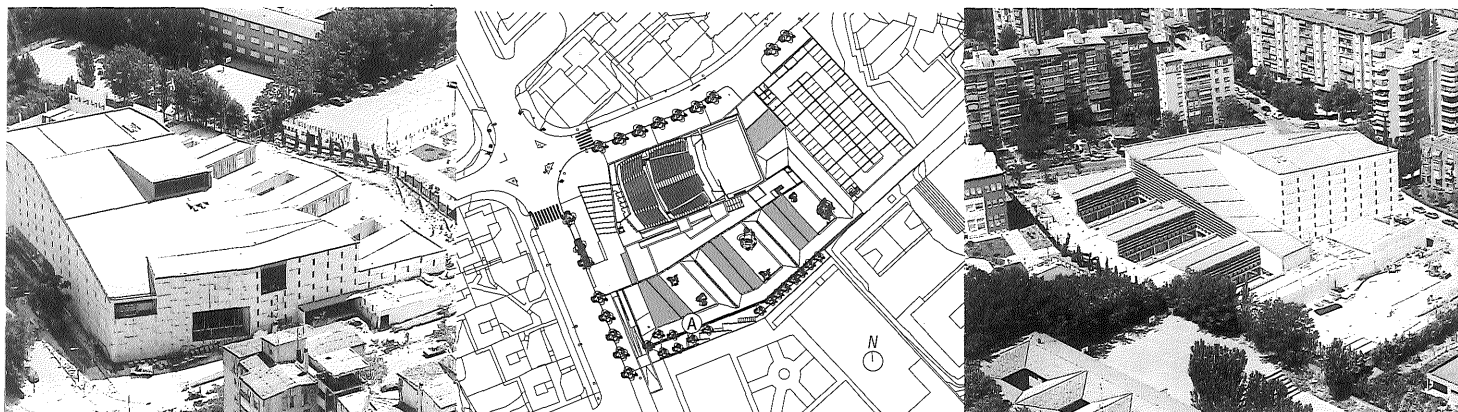
de pensamientos, de reflexiones, de intenciones, que son capaces de ordenar en nuestra mente las acciones pero que, en un momento, habrán de rendirse ante la tenacidad y la variedad de la naturaleza. Sin embargo, esta oscilación sujeto-objeto está siempre presente, y nos emociona cuando llega a adquirir una misma forma, de modo que nuestra cabeza va de la fuerza de lo que vemos a la intuición de la vocación que intuimos oculta, y es esa relación precisamente aquello que nos emociona, porque ya en el mundo de las ideas, todos somos iguales. El trabajo del arquitecto –el difícil– es, pues, que las cosas y las ideas tengan una misma forma. Y para ello, aunque existan más planos

superpuestos, lo que parece más sencillo es que haya una sola idea, que predomina sobre las demás, las ordena y las magnetiza, de modo que cualquier decisión, sean conceptos abstractos como organización en planta, secciones, comunicaciones, o sean decisiones materiales, qué piedra se utiliza y cómo, por dónde llega la luz, respondan a un sólo concepto.

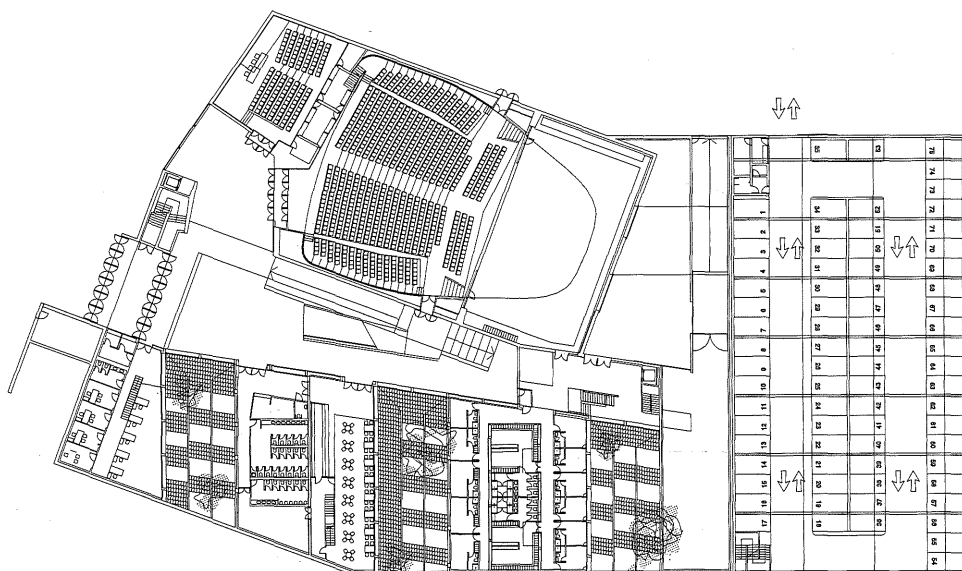
¿Y qué lugar es el teatro sino el espacio de la apariencia, de la otra vida, el lugar de lo inesperado, de las ilusiones, de la otra cara de la moneda?... El teatro de Guadalajara, de Luis Rojo de Castro, Begoña Fernández-Shaw y Ángel Verdasco toma –al menos a nuestros ojos– partido por esta perpleja relación entre lo que las cosas son y lo que aparentan ser, recorriendo los espacios y la materia, como si fuera el escenario donde reflexionar sobre un debate actual –la capacidad de la arquitectura para trabajar desde presupuestos internos, no ajenos a la disciplina– en un mundo en el que la apariencia parece haber olvidado que su riqueza está en su capacidad de parecer algo siendo otra cosa.

Y así como ocurre en las letras que anuncian el teatro-auditorio, grandes chapones recortados que se disfrazan de barandilla, donde sólo el ojo restituye, como una anamorfosis, la palabra AUDITORIO desde un punto concreto, igual ocurre con los conceptos, y desde una idea concreta, el edificio se ve completo; toda la

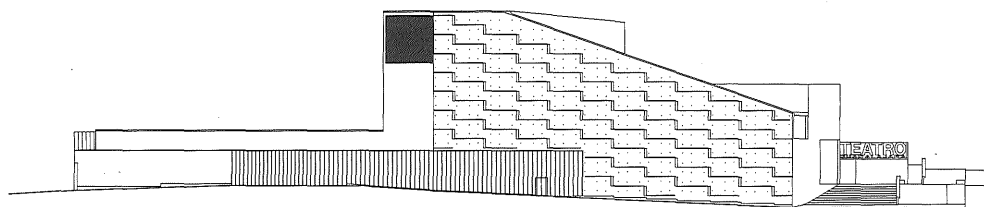




Arriba, vista aérea del conjunto y plano de situación. El acceso peatonal (A) que separa la parcela del Aulario General Universitario potencia la relación con el casco histórico, sirviendo de paseo a lo largo de patios y terrazas, y del jardín de la iglesia de San Pascual Bailón.



Planta baja



Alzado norte

El tratamiento ornamental que reciben los muros es una trampa para nuestros ojos. El hormigón pierde su condición másica y volumétrica, y se percibe como una tela que envuelve el edificio, que resbala en las esquinas y que, imperceptiblemente, nos guía hasta la entrada.

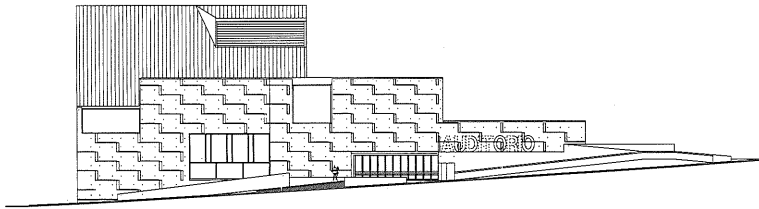
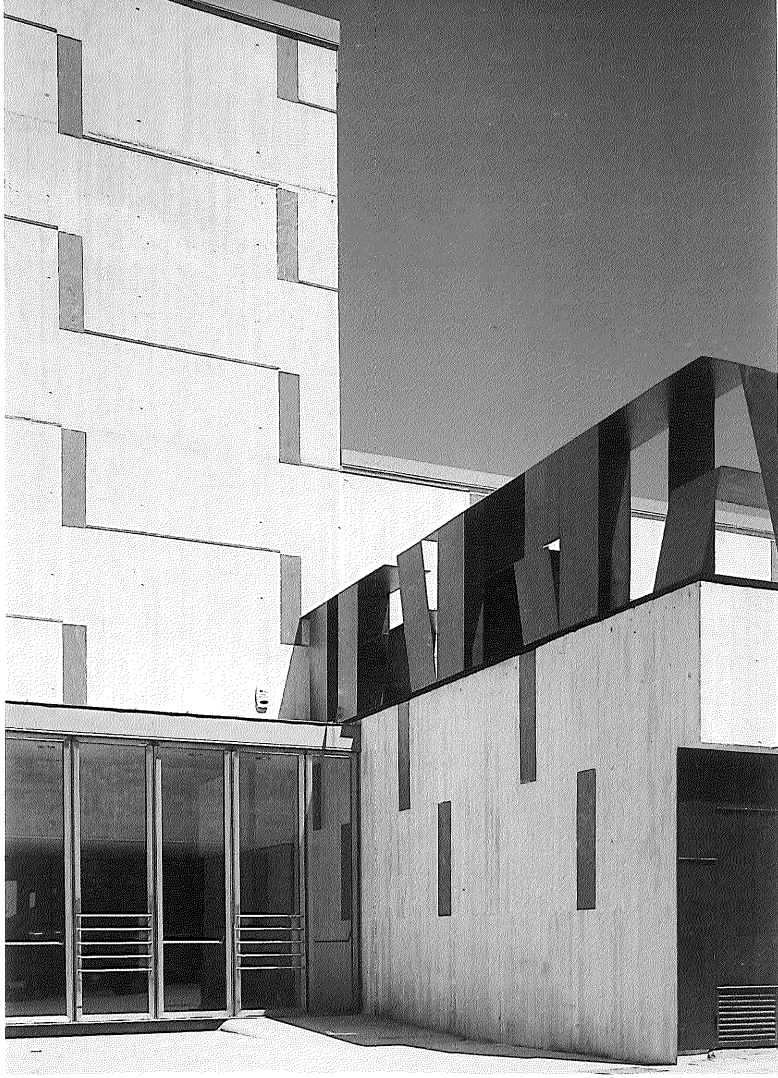




construcción va a oscilar alrededor de una reflexión constante sobre la capacidad de arquitectura para hacer visible la materia, en sí misma, pero disponiéndola de un modo que su apariencia convoque la complejidad y la contradicción. Y es en esa presencia simultánea donde reside el atractivo del edificio.

De este modo, el acceso debe ser, en cierto modo, encontrado; pero no es sólo un guiño a aquel aforismo moderno que exigía esconder el acceso a los edificios, sino que es un gesto que va a empezar a destruir la jerarquía que induce el teatro, forzando en todo punto y en todo momento una poderosa voluntad de continuidad. De este modo, el edificio se levanta acostado, como un gato al sol, y los paños se disputan su condición contemporánea de volumen y de plano. Vemos su dimensión, entendemos que quizás detrás hay un volumen, pero sobre ellos, un dibujo como de tela, como trenzado, hace que la mirada oscile hasta percibirlo como un plano, como una superficie; se logra así una ligereza que viene reforzada por la condición de plano grabado con un dibujo, de forma que la continuidad del dibujo manda sobre el bastidor, que pasa a un segundo plano, y de este modo, un grueso muro de hormigón se convierte en aquellas líneas, como una tela que está encima y que lo envuelve, igual que en un cuadro no vemos el lienzo, sino aquello que se dibujó. Pero, aunque

Los grandes chapones que anuncian la entrada se perciben como una composición aleatoria de chapas de acero. Sólo vistos desde el ángulo adecuado desvelan su mensaje.

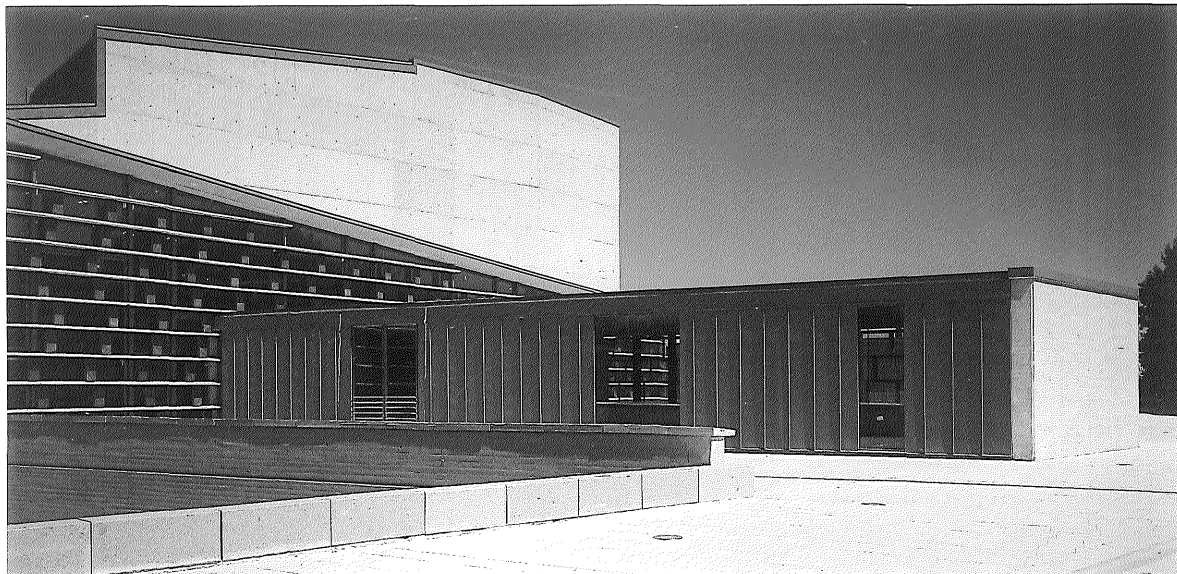


Alzado oeste



El acceso principal al auditorio desde la cota más baja de la calle, adquiere un carácter ritual al formalizarse mediante una solemne rampa escalonada adaptada a la topografía del terreno.



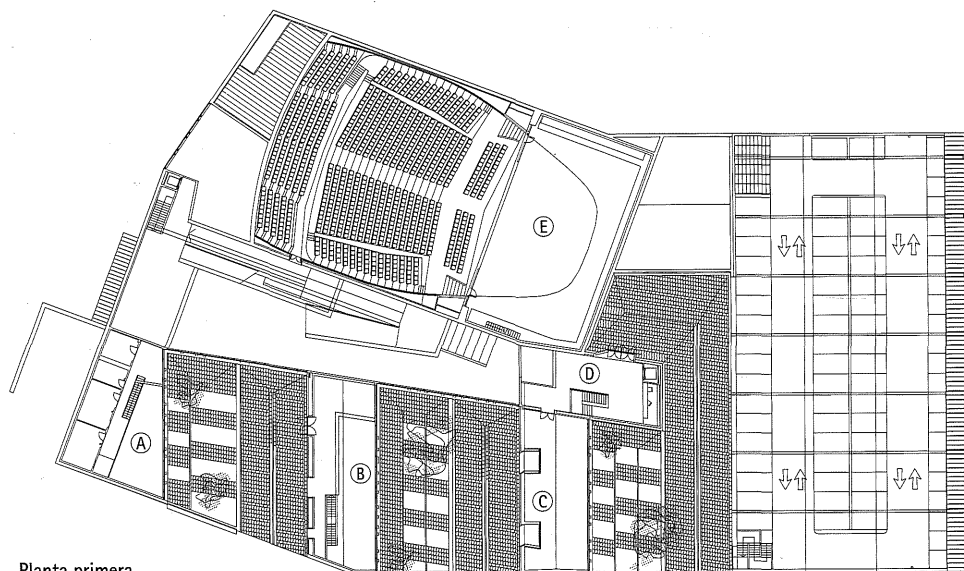


Los volúmenes, organizados en peine, se traban con el terreno, pero en la planta superior se entrelazan con el camino perimetral, dando lugar a zonas de estancia, como la terraza de la cafetería, facilitando el acceso desde arriba a los camerinos, el aparcamiento público, etc.

sabemos que es un consistente muro de hormigón, nuestra mirada recorre los dibujos, que doblan la esquina como si alguien hubiera apenas pasado el lápiz por encima.

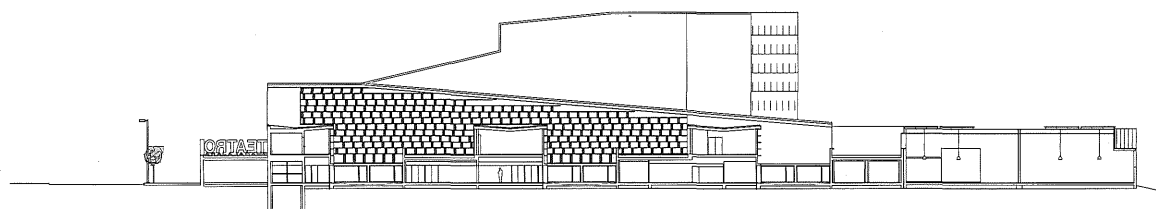
Y cuando creemos entrar en el edificio, un dilatado vestíbulo parece devolvernos al exterior; la luz del sur inunda ese espacio, sombreándolo como un lugar bajo los árboles, y el suelo se deja inclinar para adaptarse a la pendiente de la sala. Un vestíbulo situado lateralmente a la sala, como renegando de la condición central que el teatro quisiera imponer, rebelándose una vez más contra la jerarquía o lo esperado. Unas grandes lámparas, como luciérnagas o vestidos de Miyake inundan el espacio, creando un plano inmaterial, habitando el techo.

Y la luz entra poderosa, pero irregular, porque aquel exterior que parecía cerrado aquí se vuelve transparente, sólo velado por unas piezas de piedra puestas de canto, verticales, perpendiculares a la fachada, apoyadas en un punto. Es como si la piel estuviera erizada, y se hubieran abierto sus poros, y de nuevo aquello que sabemos que es pesado se vuelve ligero como las hojas de los árboles, con esa aleatoriedad, que en su justa dimensión logra que las cosas no



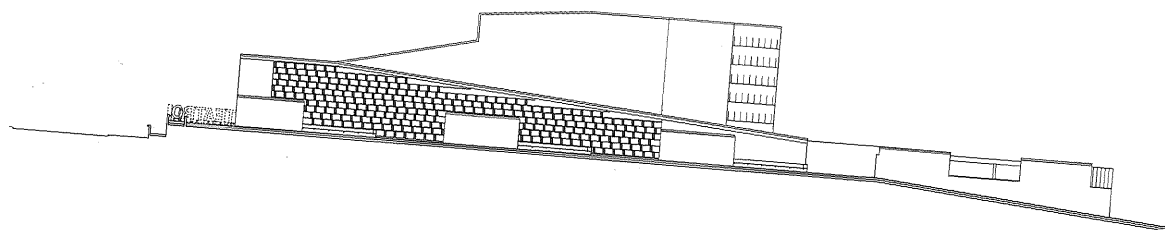
Planta primera

A la derecha, vista del interior de la cafetería con doble altura. Se puede llegar a ella tanto desde el nivel superior como directamente desde el vestíbulo o atravesando la zona ajardinada.



Sección por patios

Los patios-jardín iluminan el vestíbulo, esponjan el edificio y dividen la banda lateral que aloja administración (A), cafetería y aseos públicos (B), y camerinos y almacenes (C). Este último volumen está vinculado a la sala verde o de artistas (D) que, en planta baja, comunica directamente con el escenario (E).





La ubicación poco ortodoxa del vestíbulo, situado en un lateral de la sala, permite que actúe como elemento de relación de las distintas actividades.

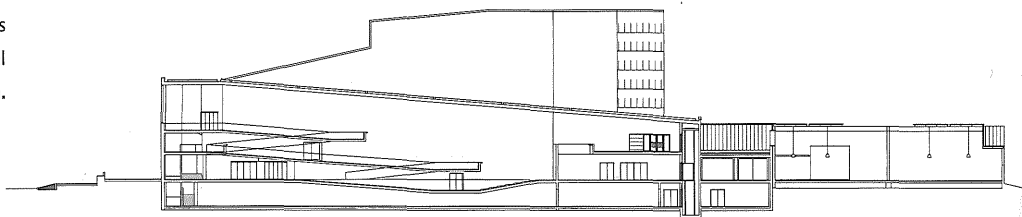
trasmítan sensación de arbitrariedad, sino de totalidad, igual que cuando vemos muchas briznas de hierbas juntas le llamamos campo sin preguntarnos más.

Es una doble piel que gira el espacio, y nos lleva a una organización que parece en peine, y decimos parece porque al conectarse con el terreno, se alza un planta más y le da la vuelta, como quien mete una paloma en un sombrero y saca dos, porque la planta superior se traba con el terreno que cae desde la ciudad y de repente un esquema de una sola dirección se convierte en unos dedos entrelazados, y se enriquecen mutuamente, multiplicándose.

Y por eso la sala acepta con modestia su papel de caja donde se mira, y se construye con paneles ligeramentes sobrepuestos, como si fueran bambalinas, una sobre la otra, con una cierta condición liviana, como si fuera parte del escenario, renunciando a cualquier protagonismo; la sala está entre bastidores, y hasta comparte con el escenario ese pavimento rudo propio del teatro, apenas preparado para acoger lo que encima ocurre, como si dudáramos dónde –en el público o entre los actores– la apariencia sustituye con toda su intensidad a la realidad... Salimos a la calle, caminamos hacia arriba, y un conjunto de chapones incomprensibles, retorcidos, en un determinado momento toma forma, y aparece, por un instante, una palabra... ¡TEATRO!

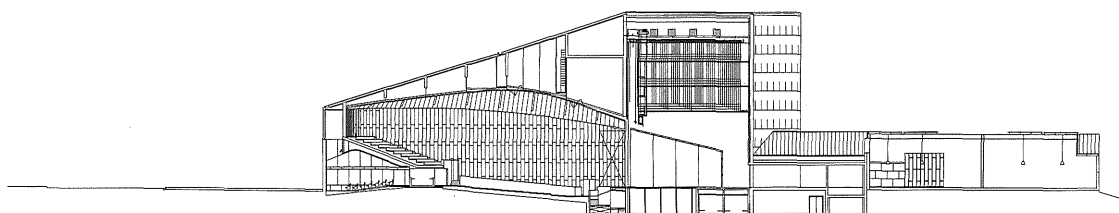
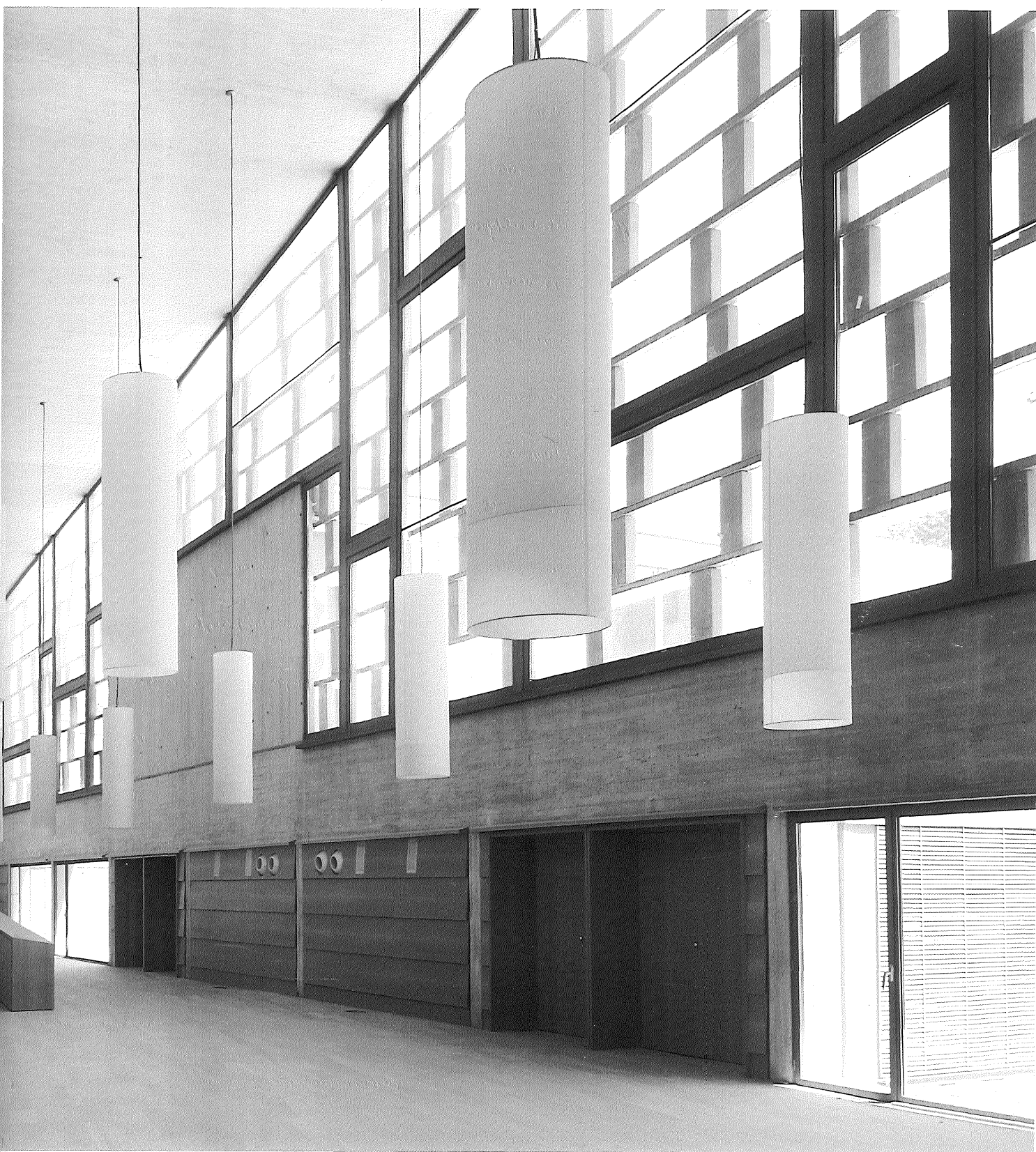


El sistema de rampas está asociado a los diferentes niveles existentes en el interior de la sala.



Sección por las rampas



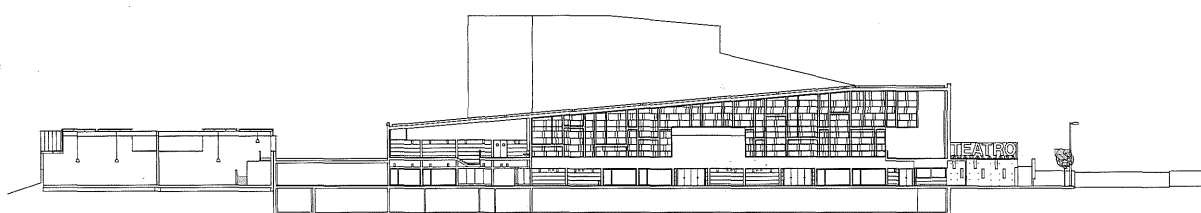


Sección longitudinal de la sala



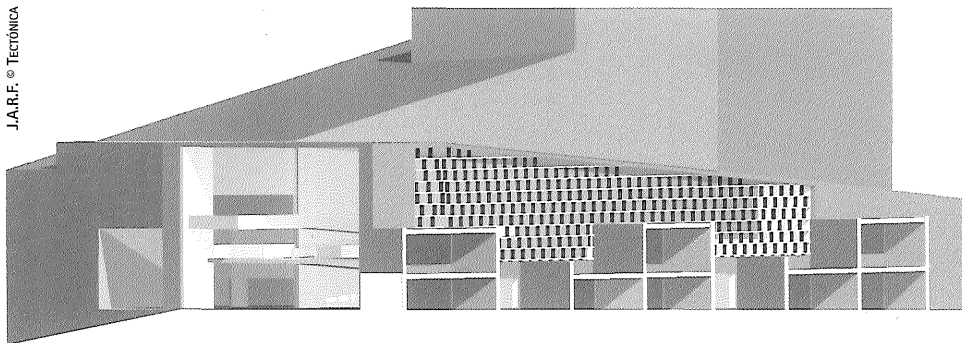
Una nube de  
lamparas cuelga de la  
losa de cubierta  
creando un plano de  
luz más cercano a la  
zona de uso y  
dotando de una  
fuerte presencia  
volumétrica a todo  
este espacio.  
La instalación  
eléctrica queda por  
encima del plano de  
la losa, entre el  
rastrelado de  
cubierta, sin que se  
aprecie desde abajo.

La aspereza del  
hormigón blanco que  
conforma los  
elementos  
estructurales  
(forjados, petos,  
muros y rampas) se  
mitiga en las zonas  
que se encuentran al  
alcance de la mano.  
Como concesión al  
sentido del tacto,  
paredes, petos y  
pasamanos se  
revisten con paneles  
de madera y el suelo  
se cubre con tarima.



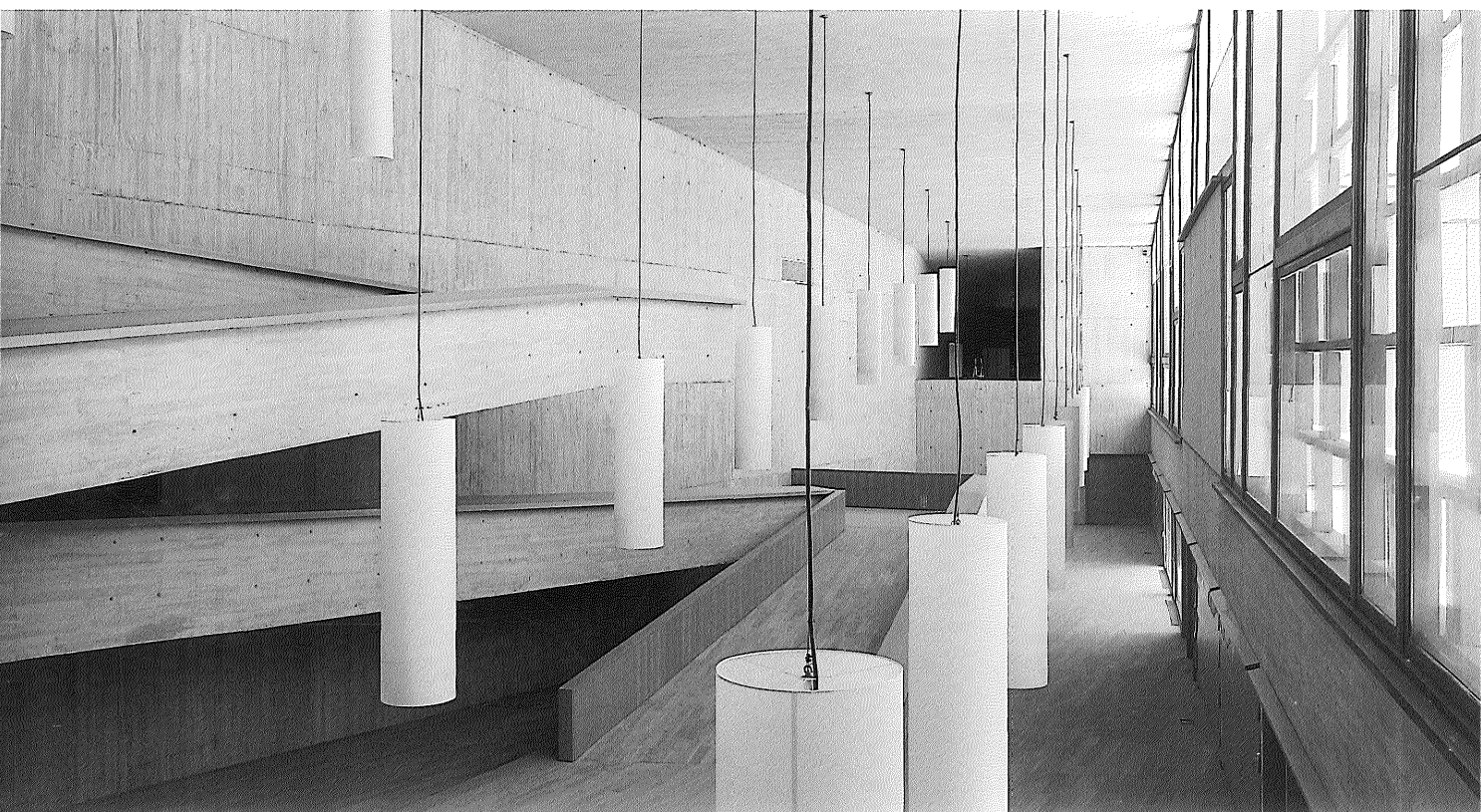
Sección longitudinal por el vestíbulo.





El plano que separa el vestíbulo de los patios se lee como una fachada interior con un valor jerárquico superior incluso al de la fachada de acceso. Desde dentro, su esquema estructural queda patente.

Desde fuera, sin embargo, se nos oculta mediante las líneas horizontales que dibujan las lamas de hormigón y las piezas de pizarra colocadas de forma aparentemente aleatoria.



La parte fundamental del auditorio de Guadalajara es su sala de teatro, con un aforo de 1.086 localidades. Se añade una sala más pequeña de 140 localidades, cuyas condiciones acústicas han sido especialmente concebidas para que pueda servir como sala de cámara. La disposición de las salas permite que compartan las cabinas de proyección y traducción, reduciendo al mínimo estas instalaciones.

El vestíbulo es la espina dorsal del edificio y aloja un sistema de rampas que conectan las distintas cotas de las salas.

Los usos complementarios (administración, cafetería, aseos, camerinos y almacenes) están agrupados en la cara norte y forman una banda lateral organizada en peine con patios.

#### ESTRUCTURA

Muros resistentes de hormigón blanco definen tanto el volumen de la sala de teatro como la envolvente exterior del conjunto, actuando como muros de contención en el lado norte.

Los graderíos y las rampas de acceso a la sala –cuyos petos funcionan como vigas de gran canto–, se construyen con losas de hormigón ejecutadas *in situ*.

Las piezas donde se alojan los usos complementarios se resuelven con pórticos de hormigón y forjados también unidireccionales.

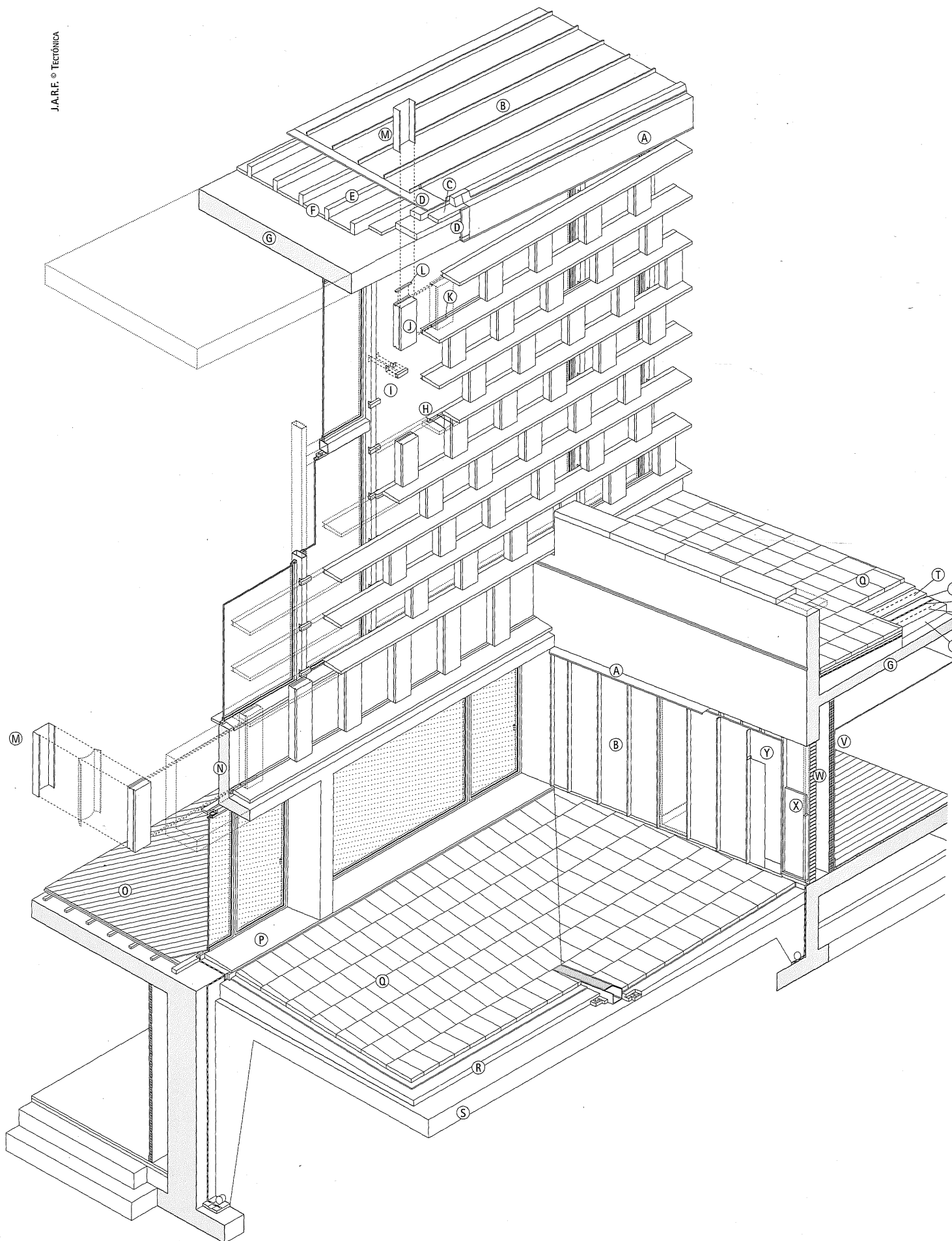
El acero como material estructural tan sólo está presente en la superficie de vidrio que cierra el vestíbulo. En este caso una serie de pilares metálicos arrancan de una viga de hormigón de gran canto.

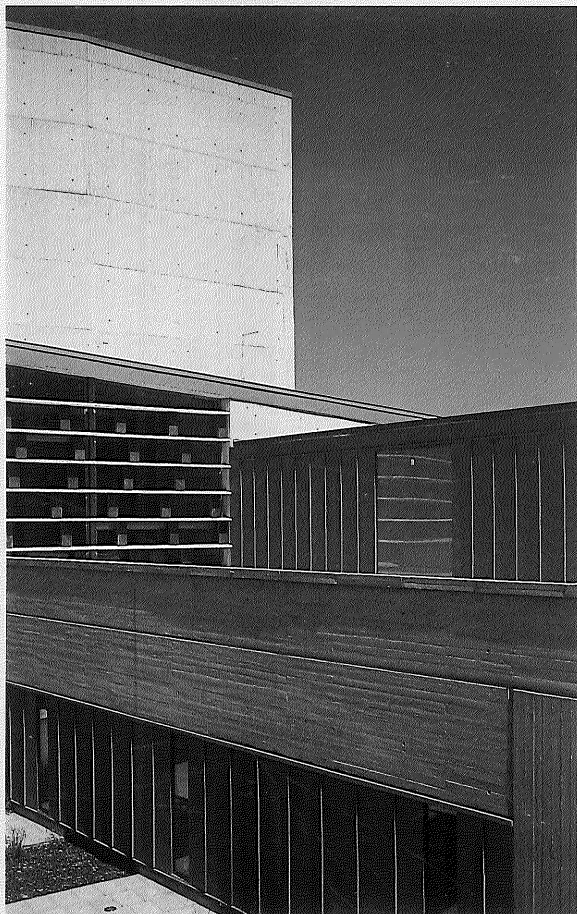
A la derecha, una foto de obra en la que se aprecia el ritmo que siguen los tubos de acero que sostienen la cubierta y que forman parte del esquema compositivo de la fachada acristalada.

M. DE GUZMÁN Y B. FERNÁNDEZ-SHAW



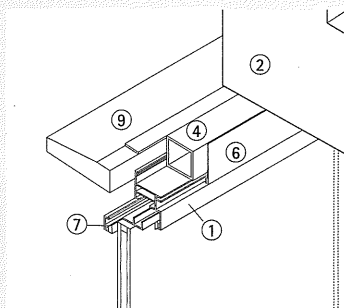
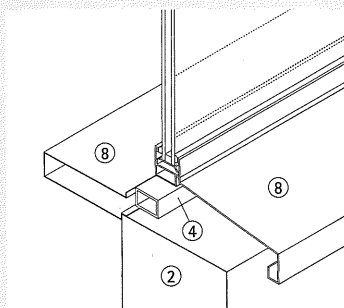
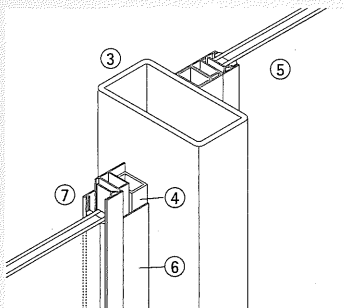
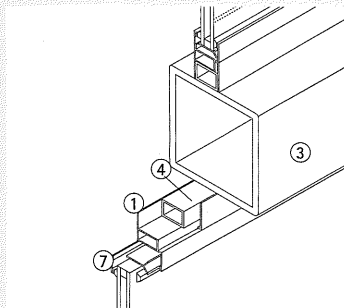




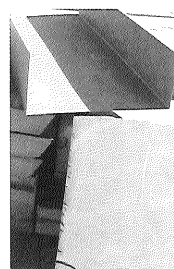


- A. Remate de chapa de zinc.
- B. Chapa de zinc prepatinada  $e=0,65$  mm con junta alzada.
- C. Rastreles de madera conformados formando remate.
- D. Tablero-hidrófugo de madera de pino  $e=2$  cm.
- E. Rastrelado de madera  $8 \times 19$  cm para formación de cubierta ventilada.
- F. Aislante térmico de poliestireno extruido  $e=5$  cm.
- G. Losa maciza de hormigón.
- H. Lama de hormigón con armado interior de redondos de acero soldado al perfil en H de  $h=7$  cm encajado sobre casquillos.
- I. Casquillos de acero reforzados con perfiles en L 50.50.5 y soldados a los pilares.
- J. Taco de pizarra  $70 \times 30 \times 15$  cm con ranuras en caras inferior y superior.
- K. Tubo rectangular soldado al perfil en H, sobre el que se desliza el taco.
- L. Tubo rectangular alojado en la ranura superior y asegurado con tetones y resinas, soldado a la lama de arriba.
- M. Chapa de zinc.
- N. Viga de hormigón.
- O. Tarima de madera de roble  $e=22$  mm sobre doble rastrelado.
- P. Albardilla de microterrazo granallado.
- Q. Solado de microterrazo granallado  $e=6$  cm sobre mortero de agarre.
- R. Hormigón de pendiente.
- S. Encachado.
- T. Lámina geotextil.
- U. Lámina impermeable de PVC.
- V. Tabique de ladrillo de doble hueco revestido con placa de cartón-yeso.
- W. Muro de ladrillo de medio pie.
- X. Aislante térmico de poliuretano proyectado  $e=3$  cm.
- Y. Tablero de aglomerado  $e=22$  mm sobre rastreles.

M.G. y B.F.-S.



La carpintería de aluminio anodizado (1) se fija a la estructura de hormigón (2) y a los tubos de acero estructurales (3), a través de precercos también de tubo de acero (4). Se emplea un doble acristalamiento con vidrio laminado y cámara  $6+12+6$  mm (5). Los tapajuntas exteriores (6), junquillos (7), vierteaguas y remates (8) son de aluminio, excepto un remate superior de madera en planta baja (9).



Una vez colocadas en su sitio, las piezas de pizarra se revisten con una chapa de zinc flexible que las abraza por su parte posterior.

Con la finalidad de camuflar la estructura, los pilares adaptan su disposición al ritmo marcado por el gran paño acristalado, que juega con tres módulos (1,35 m; 2,75 m; 4,10 m) que se combinan entre sí.

#### CUBIERTAS

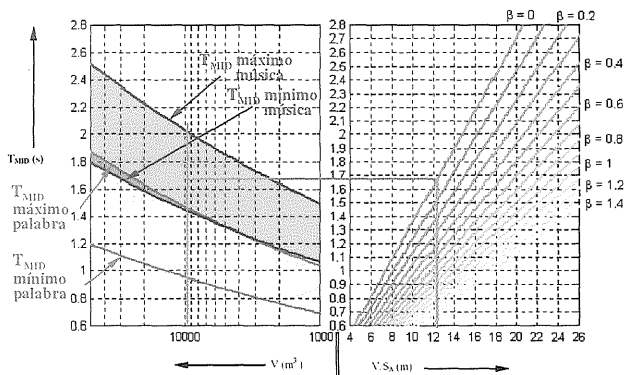
Para resolver las cubiertas del vestíbulo y de los cuerpos anexos se emplean losas de hormigón siempre que la cara inferior queda vista. Se recurre a forjados de chapa colaborante en los otros casos por razón de economía.

Las luces, de aproximadamente veintiocho metros, de la cubierta de la sala, se salvan con vigas armadas de acero cuando la altura del falso techo no permite la presencia de cerchas que sí caben, sin embargo, en la zona más próxima al escenario.

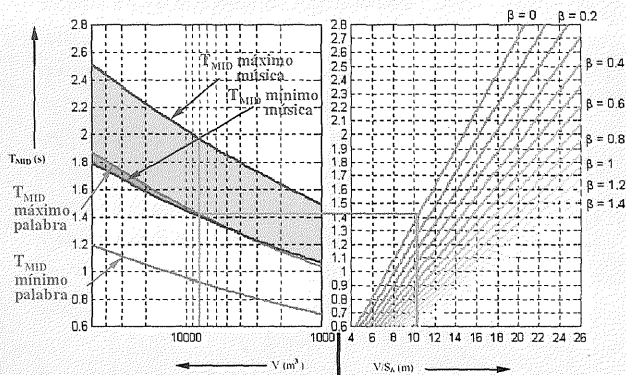
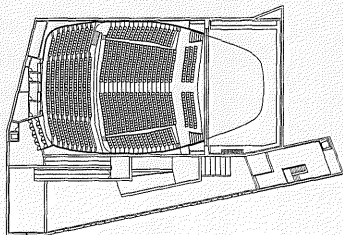
Para cubrir la caja de escena se construye una losa de hormigón armado con chapa colaborante que apoya sobre perfiles de acero HEB. Éstos descansan a su vez sobre el muro del fondo de escena y sobre una viga pared que salva la distancia entre los muros longitudinales de la sala. Los perfiles HEB se emplean al mismo tiempo como cordón superior de las cerchas que forman el peine, de tal modo que la distancia entre ellos viene marcada por el dimensionado del peine y no por los requerimientos de apoyo de la losa. Las cubiertas no transitables se cubren con chapa de zinc. No se coloca ni impermeabilización ni barrera de vapor, confiando estos cometidos a la chapa y a la losa de hormigón respectivamente, por lo que es muy importante una ventilación correcta que asegure la ausencia de condensaciones internas y las filtraciones (la cámara de aire además mejora el grado de aislamiento térmico).

#### FACHADAS

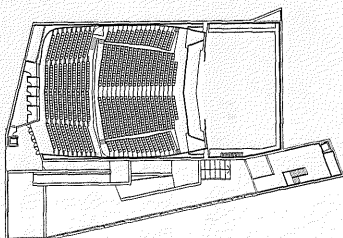
La envolvente del edificio está formada por un muro de hormigón de cuarenta centímetros de espesor, aunque a la hora



Configuración para música: se despliega la concha acústica y se incluyen las tres primeras filas de butacas.



Configuración para teatro: no hay concha acústica y aparece el foso de orquesta delante del escenario.



En los gráficos a la izquierda, margen de valores de los tiempos de reverberación admitidos para palabra (sombreado amarillo) y para música (sombreado verde).

En los gráficos de la derecha, predicción del  $T_{MID}$  obtenido por dimensionado. Los datos se elaboran a partir de la teoría de H. Arau (\*). La superficie de audiencia considerada en ambos casos es de  $756,9 \text{ m}^2 - 0,697 \text{ m}^2 \times \text{aforo (1.086)}$ .

En la configuración para música sinfónica (arriba) el volumen considerado es de  $9.125 \text{ m}^3$  –añadiendo el volumen de la concha acústica–, con  $8,4 \text{ m}^3$  por espectador y  $V/S_A = 12,05$ .

El  $T_{MID}$  es de  $1,63 \text{ s}$ . En la configuración de teatro (abajo) se considera que el volumen es de  $7.905 \text{ m}^3$  –sin contabilizar la caja del escenario– con  $7,3 \text{ m}^3$  por espectador y  $V/S_A = 10,44$ . El  $T_{MID}$  es  $1,42 \text{ s}$ .

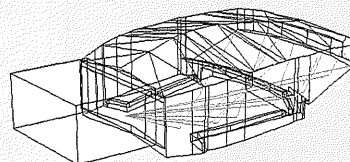


Fig. 1

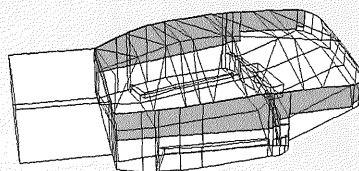
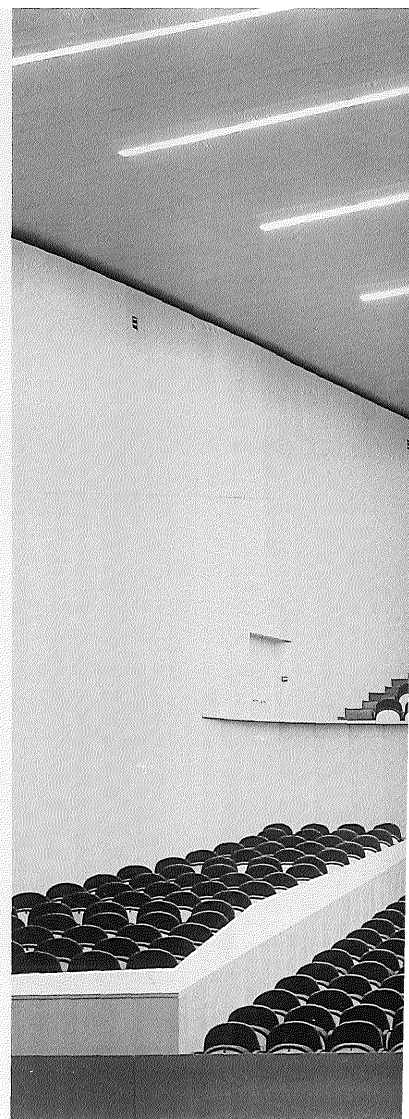


Fig. 2

(\*) Fuentes: – H. Arau (1997). *Variation of the reverberation time of places of public assembly with audience size.* Building Acoustics, Vol. 4 nº 2.

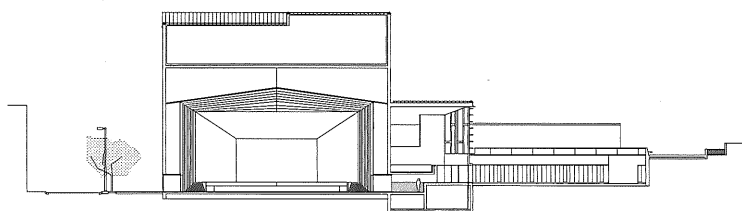
– H. Arau (1999). *ABC de la Acústica Arquitectónica.* Editorial CEAC.



Se plantea la colocación de cortinas para la configuración de teatro con objeto de aumentar la absorción y rebajar el  $T_{MID}$ . Sus dimensiones están calculadas para que todas las reflexiones laterales hacia la

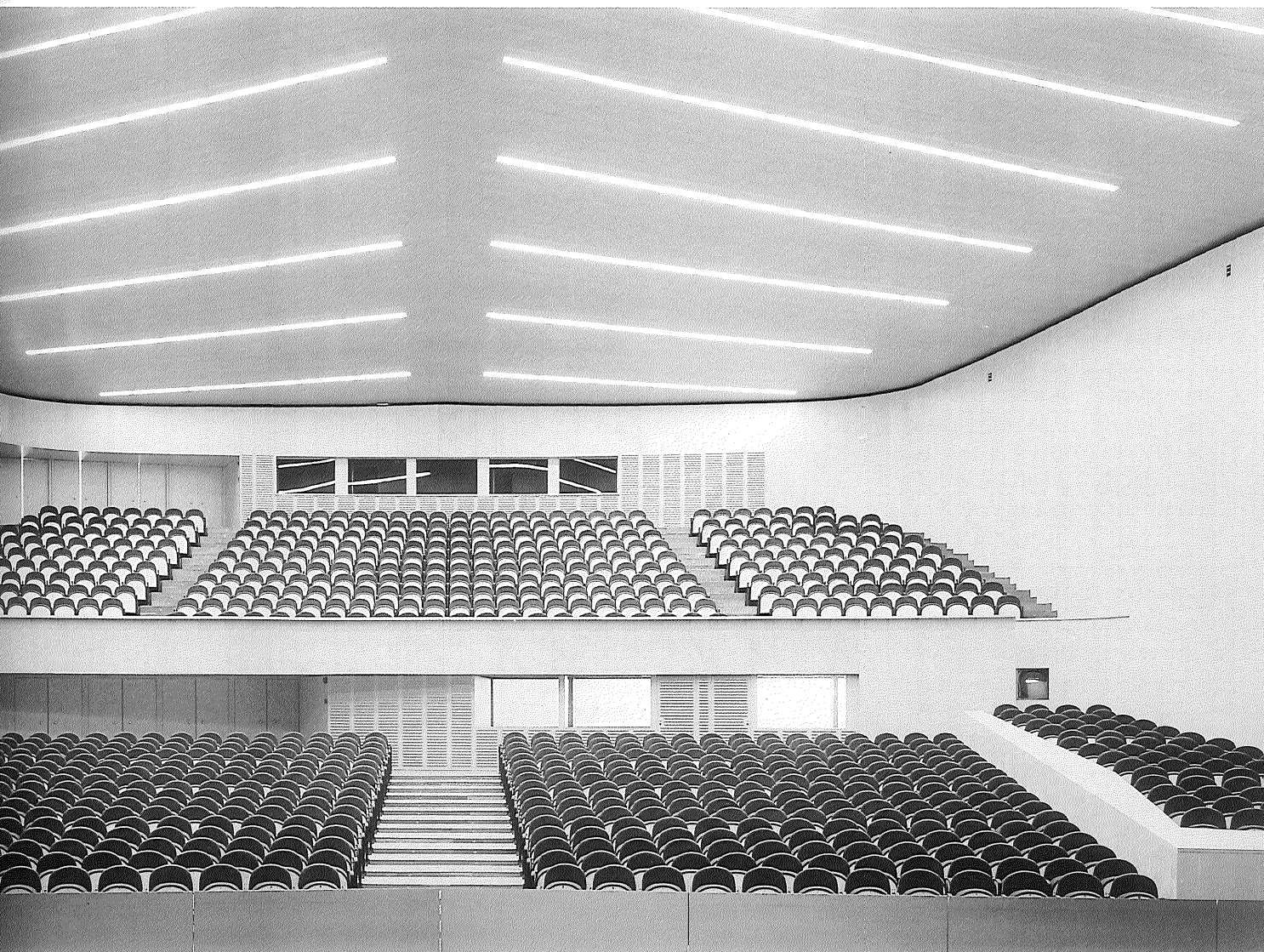
audiencia se produzcan por debajo del cortinaje y que éste no tenga efectos negativos para la reflexión en las paredes (fig 1 y fig 2). En la fotografía de la izquierda se ve el acceso al nivel inferior del auditorio.





Sección transversal de la sala

A la hora de realizar el diseño acústico de la sala se tuvo en cuenta que no sólo iba a funcionar como teatro, sino también como sala de conciertos.



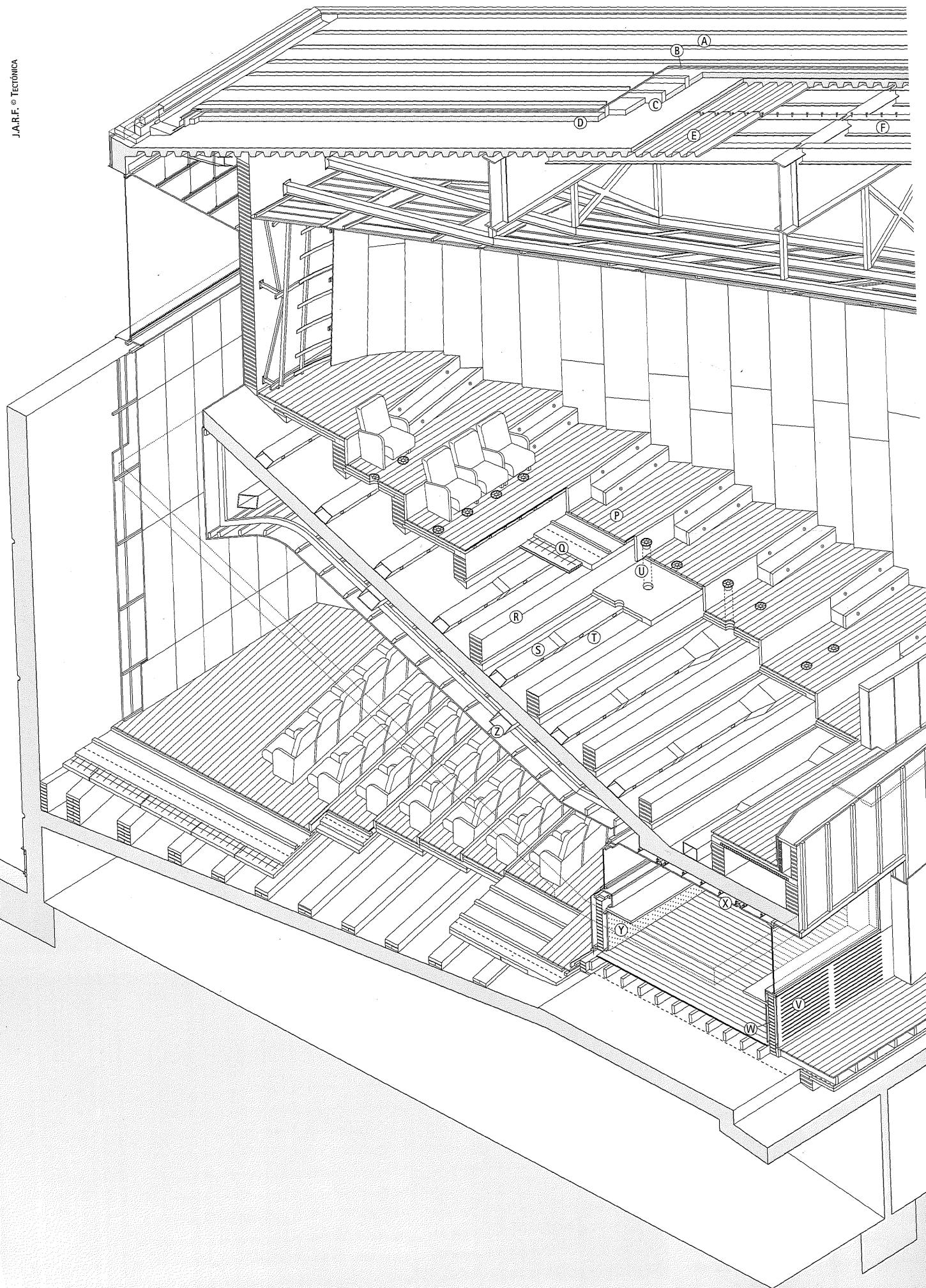
de realizar el cálculo estructural se ha considerado un espesor total de treinta centímetros. Los otros diez centímetros funcionan como un recreido para la ejecución en la cara exterior –con ayuda de berenjenos de poliestireno expandido (se emplea este material porque facilita el desencofrado) que se añaden al encofrado– de una serie de dibujos y rehundidos sobre la superficie del hormigón. En las fachadas principales se aprovechan estos huecos para dejar piezas rectangulares de pizarra embebidas en el muro y adheridas con resina. Para evitar el vuelco en caso de fallo en la adheren-

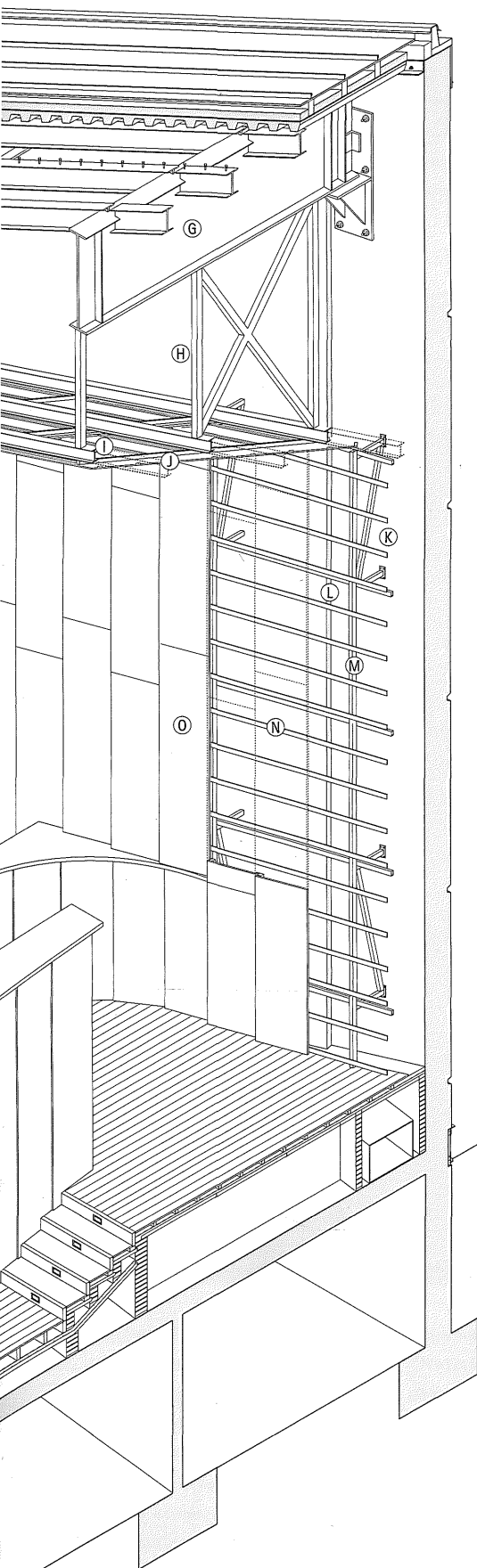
cia, se reciben también con unos anclajes de sujeción de acero inoxidable. En el trasdós se proyecta un aislamiento de poliuretano y se forra con tableros de contrachapado clavados sobre rastreles. Se protegen del soleamiento a partir de una cierta altura (2,20 m) con una celosía realizada con lamas horizontales de hormigón blanco realizadas *in situ* y lajas de pizarra intercaladas entre ellas y colocadas en vertical. En los volúmenes de los usos complementarios se emplean lajas de menor espesor con una cierta inclinación respecto al plano de fachada; el sistema de fija-

ción es muy similar. Los paños ciegos se revisten con chapa de zinc enrasada con el peto de hormigón.

#### LA SALA

El proyecto tuvo en cuenta que este espacio no iba a funcionar como teatro exclusivamente, sino que también debía poder usarse como sala de conciertos. Estos usos requieren tiempos de reverberación dispares ( $0,9 < T_{MID} < 1,4$  segundos para teatro;  $1,47 < T_{MID} < 2$  segundos para música sinfónica), así como unos valores adecuados de inteligibilidad y sonoridad para la palabra y claridad para la música.





## CUBIERTA

- A. Chapa de zinc prepatinada de 0,65 mm de espesor, colocada con junta alzada.
- B. Tablero de aglomerado  $e=2$  cm.
- C. Rastrelado de madera de pino 8x19 cm.
- D. Aislamiento de poliestireno extruido  $e=10$  cm.
- E. Forjado colaborante de chapa grecada de acero  $e=1$  mm.
- F. Perfil IPE 300 con conectores metálicos.
- G. Viga armada  $h=130$  cm.

## FALSO TECHO

- H. Entramado metálico formado por tubo hueco de acero 60.5 y correas IPE 180.
- I. Rastrelado de DM para sujeción de falso techo.
- J. Tablas de contrachapado de okume chapado en arce  $e=22$  mm.

## PARAMENTOS VERTICALES

- K. Muro de hormigón  $e=40$  cm.
- L. Aislante térmico de poliuretano proyectado.
- M. Estructura vertical de tubo hueco de acero 60.30.5.
- N. Rastrelado horizontal de tiras de DM.
- O. Tablero de contrachapado  $e=19$  mm de okume chapado en arce.

## GRADA

- P. Tarima de roble  $e=2$  cm sobre rastreles de madera 4x4 cm y capa de polietileno reticulado.
- Q. Capa de mortero con mallazo sobre rasillón  $h=10$  cm.
- R. Tabica de un pie.
- S. Conducto de aire acondicionado de sección variable.
- T. *Plenum*.
- U. Difusor helicoidal.

## CABINA DE TRADUCCIÓN Y PROYECCIÓN

- V. Tablero ranurado  $e=16$  mm sobre rastreles.
- W. Medio pie de ladrillo.
- X. Tablero de viruta de madera y magnesita  $e=2$  cm colgado con perfilera metálica.
- Y. Tableros de densidad media perforado  $e=16$  mm sobre rastreles.
- Z. Conducto absorbente de panel rígido de lana de vidrio de alta densidad revestido con aluminio reforzado.

El tiempo de reverberación está íntimamente relacionado con el volumen de la sala. Sus proporciones son un doble cuadrado en planta y una anchura proporcionada a la altura. Para la configuración teatro se considera que su volumen es de  $7.905 \text{ m}^3$  —a efectos de cálculo, se estima que la caja del escenario no forma parte del mismo— lo que da un resultado de  $7,3 \text{ m}^3$  por espectador. El  $T_{\text{MID}}$  es  $1,42 \text{ s}$ . Para rebajar el  $T_{\text{MID}}$  se ha contemplado la posibilidad de aumentar la absorción desplegando unas cortinas laterales de terciopelo hasta media altura, de modo que las reflexiones laterales útiles se produzcan por debajo del cortinaje. La cantidad de superficie cubierta sería variable gracias a una instalación motorizada, permitiendo ajustar las condiciones acústicas a los usos: teatro, cine, congresos... y se podría jugar bien con el fruncido, bien con el número de cortinas para obtener el coeficiente de absorción adecuado. La configuración para música sinfónica ha de incorporar una concha acústica que supone un incremento del volumen considerado hasta los  $9.125 \text{ m}^3$ , con  $8,4 \text{ m}^3$  por espectador. El  $T_{\text{MID}}$  que se obtiene es de  $1,63 \text{ s}$ .

La forma del techo redirige las primeras reflexiones hacia el público de tal manera que contribuyan favorablemente a una distribución uniforme del sonido. Estas primeras reflexiones son imprescindibles cuando el teatro tiene un tamaño medio o grande.

De las vigas armadas cuelga un entramado metálico que forma una estructura independiente. Su única función es la de servir de apoyo a los puentes de iluminación y sostener el entramado que va dibujando la superficie reglada que configura el falso techo. Esta superficie se genera con largas tablas de contrachapado de okume que funcionan como rectas cuyos extremos se van apoyando en dos curvas de distinta geometría. Su grosor es mayor cuanto más alejadas se encuentran del escenario (15, 18 y 22 mm), ocupando cada uno de ellos aproximadamente un tercio de la superficie total. El falso techo de madera, con su gran cámara existente en el dorso, actúa como un resonador membrana, de absorción acústica predominante en la zona de la baja frecuencia. Al ser las tablas de espesores distintos, las frecuencias que absorben también son diferentes, evitando un exceso de absorción indeseable a una frecuencia determinada.



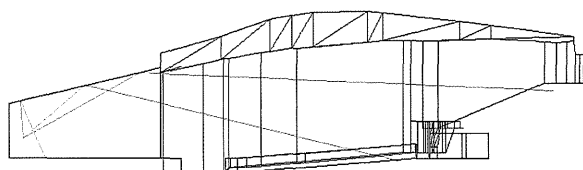


Fig. 1

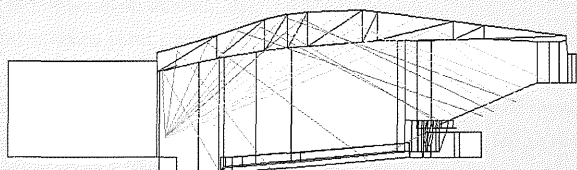


Fig. 2

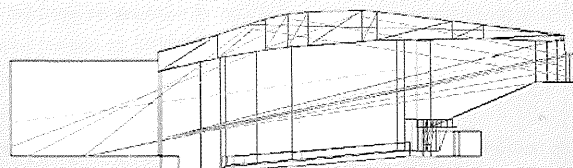
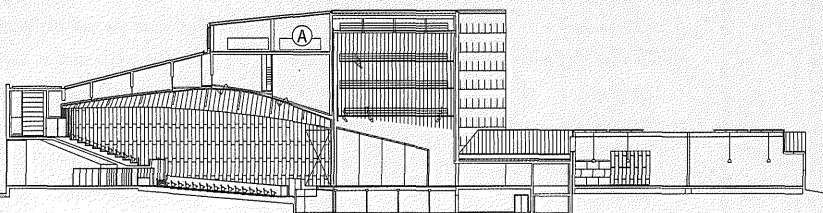


Fig. 3



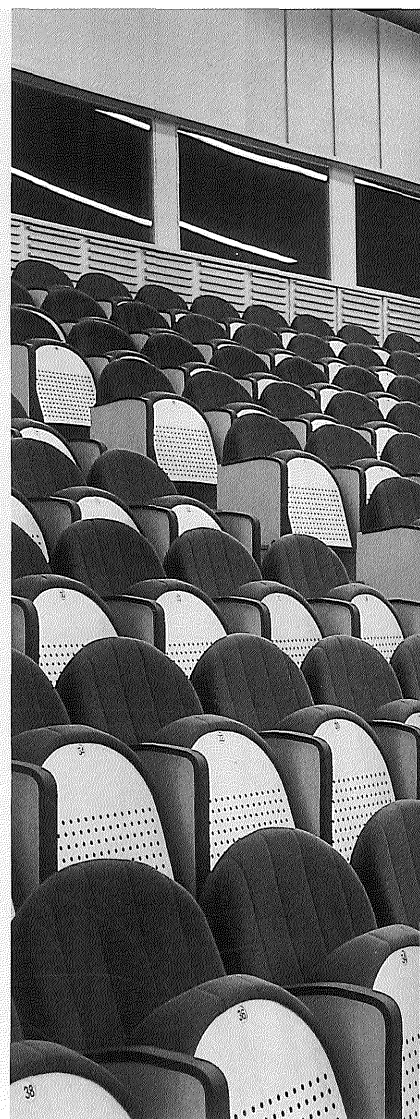
Sección por la sala. Configuración música.

Un cuerpo (A) sobrelevado contiene las instalaciones de aire acondicionado en la cubierta, sobre el auditorio. Para aislar las máquinas se construyó una losa flotante sobre las vigas en celosía. Los climatizadores se apoyan sobre ella a través de muelles de acero.

Las primeras reflexiones generadas por el techo se refuerzan con las producidas en las paredes laterales. Esto es importante sobre todo cuando se asiste a acontecimientos musicales, para mejorar la impresión espacial. La superficie presenta una ligera curvatura, separándose de los muros estructurales de hormigón, dividiéndose en secciones planas con distintas inclinaciones, que resuelven de forma elegante las poligonales que configuran la curva. Es muy importante que se abran mirando hacia la parte posterior del teatro, para evitar reflexiones molestas hacia adelante pro-

ducidas sobre el canto sobresaliente de los tableros. La separación existente entre los paramentos y el muro de hormigón se aprovecha para facilitar el paso vertical, cerca del escenario, de los conductos de aire acondicionado que bajan desde la zona de máquinas. Considerando que los retornos del sonido reflejado al escenario, causados por la pared del fondo de la sala, podían ser perjudiciales, se eliminan con un tratamiento difractivo. La difusión del sonido incidente se consigue colocando sobre los tableros listones de madera de

Fig. 4



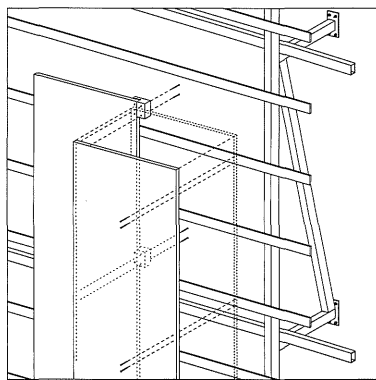
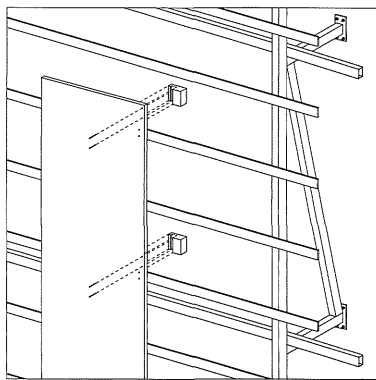
Los diseños del techo y de la concha acústica son fundamentales para generar reflexiones favorables. Las figuras muestran los caminos acústicos creados según las distintas configuraciones:

teatro (fig 2) o sala de conciertos (fig 1 y fig 4).

La concha proyectada es una estructura desmontable formada por varias secciones que pueden crear cajas de distintos tamaños, y permanecer almacenadas en los laterales del escenario y en el peine.

Se da un tratamiento difractivo a la pared del fondo del graderío para evitar ecos en el escenario (fig 3) y en la fotografía.

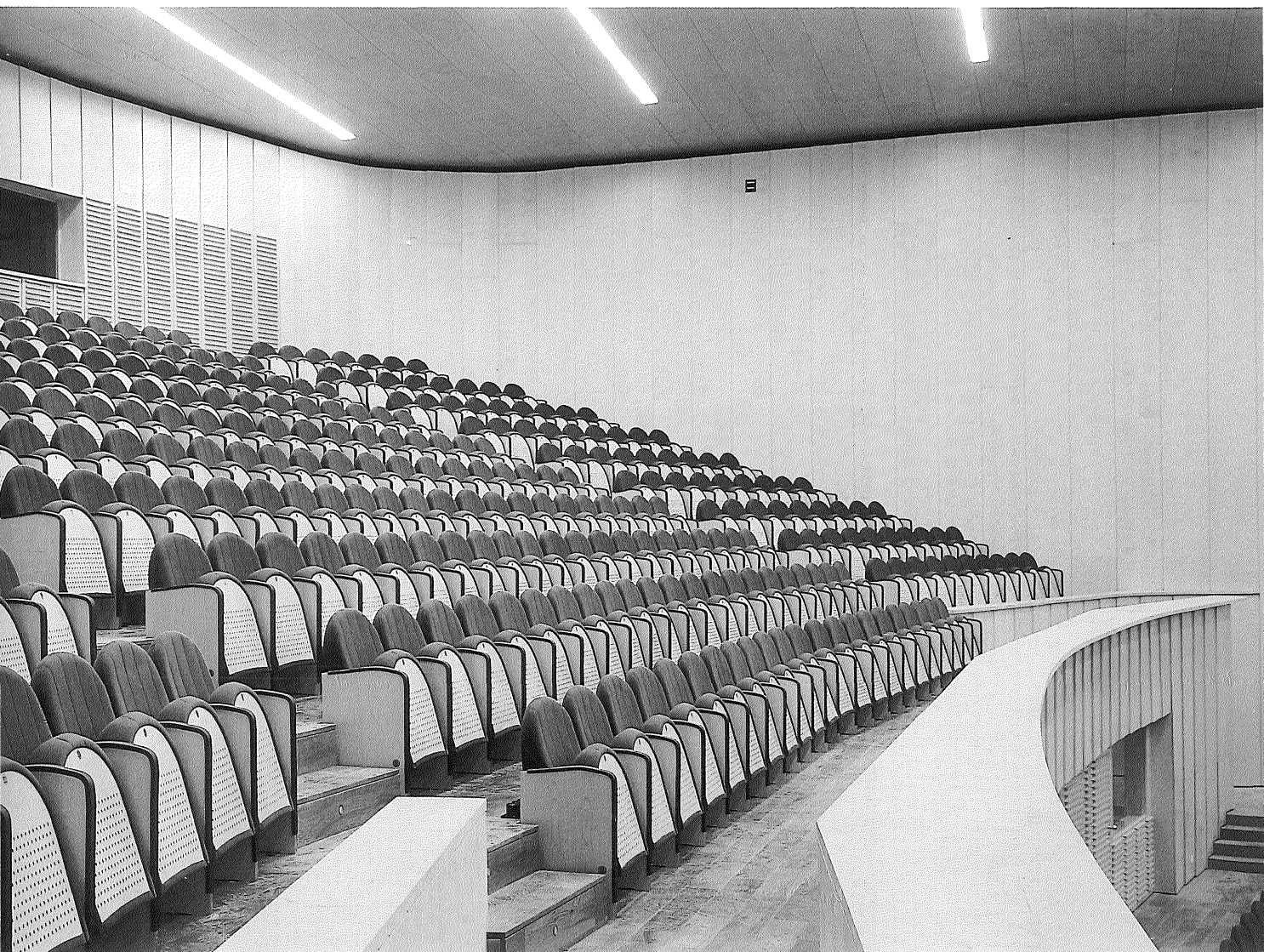
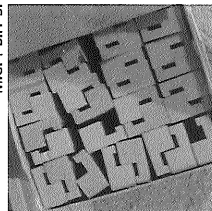
30 mm de ancho por 50 mm de profundidad, separados 80 mm entre sí. Lo mismo ocurre con la pared de separación platea-anfiteatro. Ésta podría causar aún más problemas, generando incluso ecos, al encontrarse a la misma altura que la fuente sonora y a más de 18,5 m de la misma. Para soslayar este peligro se reviste el exterior de las cabinas de traducción y proyección con tableros ranurados colocados sobre rastreles que actúan como difractores del sonido. La construcción del graderío está muy condicionada por la solución que se ha



El tablero se clava a los rastreles y luego al tablero contiguo desde detrás, a través de unas piezas de madera especiales que solucionan el

giro y el salto entre ambos. El solape y la secuencia de fijación permiten ocultar la tornillería.

M.G. y B.F.-S.



dado al sistema de climatización. El sistema posibilita la creación de un *plenum* justo debajo de las butacas. El acabado, tarima de roble sobre rastreles, descansa sobre una capa de polietileno reticulado que asegura la amortiguación del ruido de pisadas.

En esta sala se empleó una butaca con un grado medio de superficie tapizada. Se le acopló un resonador acústico compuesto por un soporte de madera ranurado visto y una capa de fieltro de fibra de vidrio absorbente entre éste y el asiento, que actúa sobre las frecuencias altas y medias. Así se consigue obtener el

mismo coeficiente de absorción independientemente del número de ocupantes de la sala.

La pared del fondo de escenario recibe un tratamiento absorbente: lleva un aplacado de paneles de viruta de madera y magnesita montado sobre rastreles a fin de conseguir una absorción adicional que impida que el gran volumen del escenario tenga una reverberación alta y asimismo reducir, por absorción, el nivel de ruido que pueda producir la maquinaria escénica.

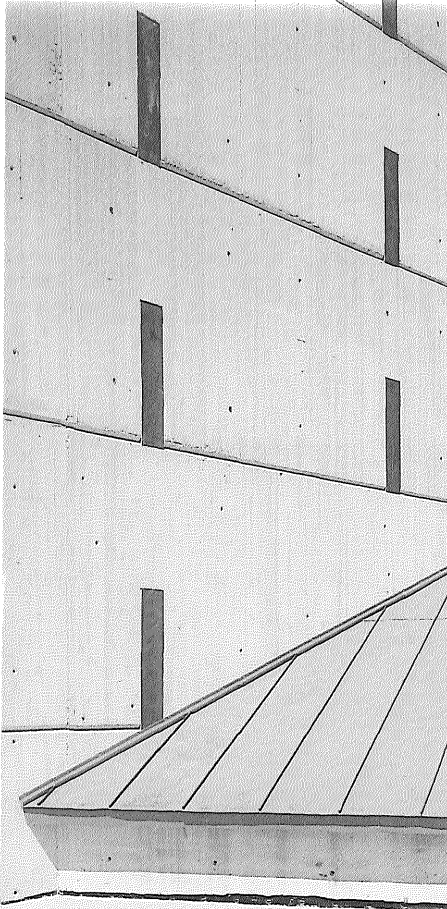
La concha acústica es necesaria cuando la sala tiene varios usos, como en este

caso. Proporciona reflexiones útiles hacia los músicos y hacia el público, pero debe formar parte del volumen total de la sala para ser eficaz. Tanto las superficies laterales como la superior de la cámara de conciertos deben estar inclinadas, abriéndose hacia la platea.

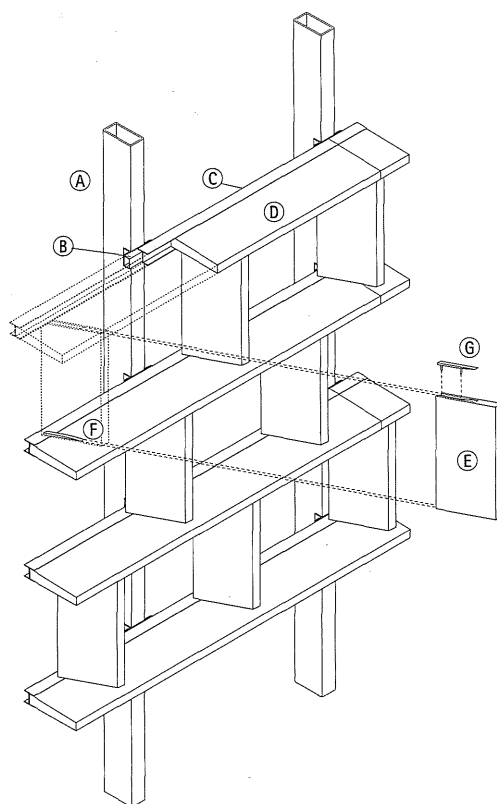
#### INSTALACIONES

La instalación de aire acondicionado es un tema crítico en este tipo de edificios. Como objetivo el nivel del ruido de fondo en salas sinfónicas debería satisfacer la curva definida por la NC-15 y en teatros, la curva definida por la NC-20.

El tipo de butaca empleado presenta un grado medio de superficie tapizada y es por tanto menos absorbente que otros modelos. El resonador que se incorpora bajo el asiento mejora la respuesta de la sala cuando el aforo no está completo.



J.A.R.F. © TECTÓNICA

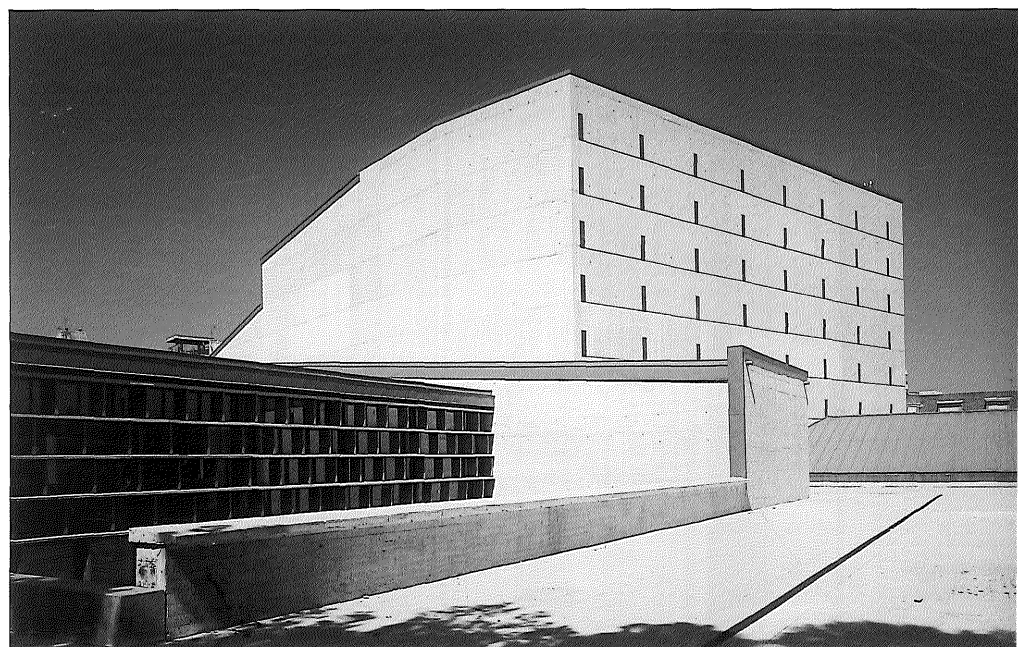


Detalle de fachada de la cafetería

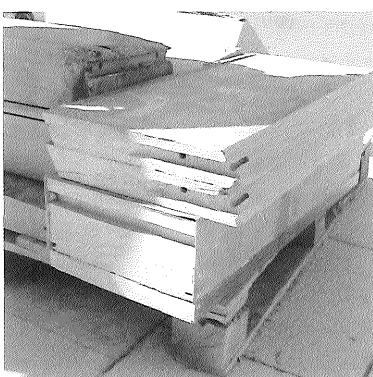
- A. Tubo de acero 200.100.10.
- B. Casquillo de tubo de acero 60.40.4 reforzado con L de acero 50.50.5, replanteado con mira láser y soldado al pilar.
- C. Perfil en H de 70 mm de canto.
- D. Lama de hormigón. La lama de pizarra de  $e=5$  cm (E) se encaja sobre un casquillo metálico soldado al perfil en H (F), gracias a la ranura efectuada en una de sus caras. La cuña metálica alojada en la cara de arriba (G) se suelda al perfil de acero de la lama superior.

El tipo de pizarra empleado, tanto para las lajas intercaladas entre los parasoles de hormigón como para las piezas embebidas en el muro, es una Filita Gris que permite realizar cajeados en los cantos.

En el segundo caso las piezas se adhieren al muro con resinas epoxi, asegurándose con anclajes de acero inoxidable que evitan el vuelco en caso de fallo en la adherencia.



M.G. y B.F.-S.



En esta sala, la maquinaria se sitúa justo por encima del falso techo, por lo que es muy importante reducir la transmisión de vibraciones y de ruido aéreo. Esto se logra mediante la construcción de una losa flotante apoyada encima de un sistema elástico-absorbente: unos apoyos cúbicos formados por fibra de vidrio de alta densidad, moldeada y protegida exteriormente por una membrana elastomérica, alrededor de los cuales se colocan placas absorbentes de fibra de vidrio de baja densidad. Los climatizadores se colocan sobre una bancada de hormigón

apoyada a través de muelles de acero sobre la losa flotante.

Al correr los conductos principales de las líneas de impulsión por detrás de las paredes laterales, las zonas más ruidosas son las situadas cerca de éstas. Para reducir el ruido significativamente es necesario que la velocidad del aire en estos conductos no supere los 6 m/s, lo que se consigue aumentando su sección. El exterior de los conductos verticales, con una mayor velocidad del aire y que además comunican con la sala de máquinas, se forra con fibra mineral con acabado en aluminio. De esta forma se



## REFERENCIAS

*Obra:* Teatro/Auditorio de Guadalajara.

*Arquitectos:* Luis Rojo de Castro, Begoña Fernández-Shaw Zulueta y Ángel Verdasco Novalvos.

*Dirección de obra:* Luis Rojo y Begoña Fernández-Shaw.

*Colaboradores:* Miguel de Guzmán, Gema García Platero, Joshua Comaroff y Ho-San Chang.

*Aparejador:* Manuel González Guijarro.

*Promotor:* Ayto. de Guadalajara. Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha.

*Estructura:* Alonso Gómez Gaité. Gogaite, S.L.

*Instalaciones:* Rafael Úrculo. Ingenieros Consultores, S.L.

*Estudio acústico:* Higinio Arau.

*Constructora:* Ferrovial-Agromán, 917 230 142.

*Carpintería metálica:* Carlos Moyano/Technal, 902 22 23 23.

*Carpintería de madera:* Blasco. Construcciones en Madera, S.L., 965 287 522.

*Tratamiento de la madera:* Raíz 2000 (ceras y aceites Jensen), 948 820 029.

*Cantería:* Natur Piedra - Pizarrerías Bernardos, S.L., 902 323 262.

*Cubierta zinc:* Cubiertas Muñoz, 914 621 206.

*Instalaciones eléctricas:* Volje, S.A., 949 231 531.

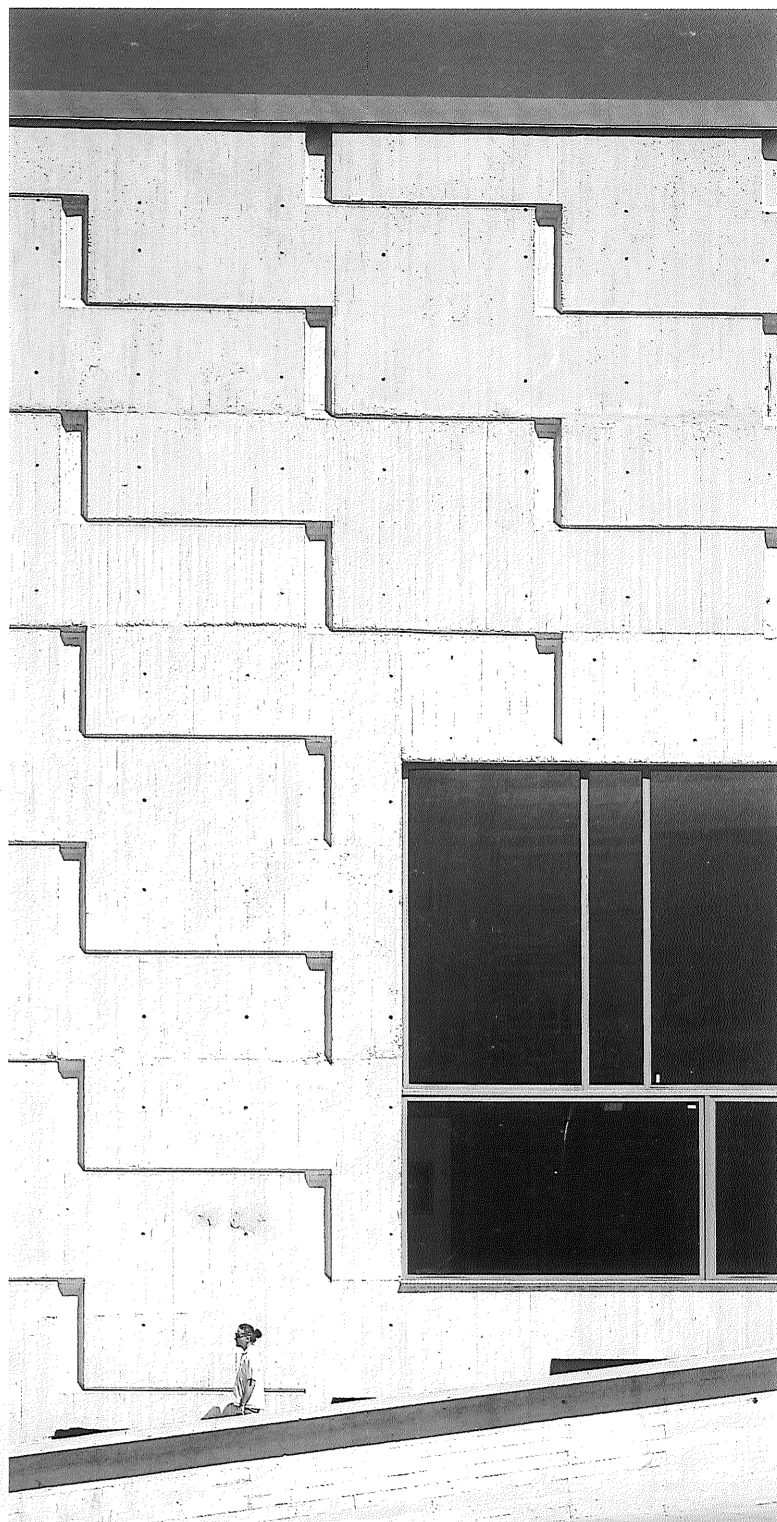
*Climatización:* CGD Climatización, S.L., 913 588 907.

*Vidriería:* Cristalerías El Cid, 947 291 093.

*Maquinaria escénica:* Chemtrol División de Teatro, 914 840 945.

*Mobiliario:* Casas, M.S.L., 937 724 600.

*Situación:* Calle Cifuentes. Guadalajara.



amortigua la transmisión de ruido aéreo y las vibraciones, y se evita que penetre el ruido exterior en las zonas en la que éste es muy elevado, transmitiéndose a través del conducto. En el interior se incorpora un revestimiento absorbente de lana de roca.

Los conductos secundarios corren paralelos a las gradas con una progresiva disminución de su sección. La velocidad conseguida en ellos es tan baja, que realmente podrían considerarse un *plenum* e incluso eliminarse. Se mantienen sobre todo por cuestiones higiénicas. El aire se libera dentro del *plenum* formado

por las gradas y es el aumento de presión en esta cámara lo que lo obliga a salir a través de unos difusores helicoidales al espacio ocupado por las butacas. Por un lado se garantiza el confort acústico ya que el aire se mueve muy despacio, por otro lado se consigue que la zona acondicionada se limite al área que ocupan los espectadores, con el consiguiente ahorro energético.

Para el retorno, el aire asciende y penetra en el *plenum* creado detrás del falso techo a través de todo el perímetro de la sala ya que, debido a la irregularidad de ambas superficies, el encuentro era

muy complicado de resolver y se decidió que las paredes no llegaran a tocar el techo.

En la sala pequeña, en la que era mucho más problemático aumentar las secciones, se emplean conductos de elevada absorción sonora y juntas de unión estancas. Se forman con paneles rígidos de lana de vidrio de alta densidad revestidos exteriormente con aluminio reforzado que actúa de barrera de vapor; incorporan un velo de vidrio en el interior.

Para trazar los dibujos sobre los muros de hormigón se colocaron una serie de berenjenos sobre las tablas del encofrado.